

小学校理科における主体的な実験計画を支援する学習環境の開発と授業実践

授業研究者 與古田 思信

1 学年

小学5年生

2 単元名

理科「流れる水のはたらき」

3 単元の目標

地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べ、流れる水の働きと土地の変化の関係についての考えを持つようにする。

ア 流れる水には、土を削ったり、石や土などを流したりつもらせたりする働きがあること。

イ 雨の降り方によって、流れる水の速さが変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合があること。

4 単元の構想

4. 1 単元設定の理由

流れる水には、「けずる」「ながす」「つもらせる」働きがある。本単元では、流れる水の勢いや速さと働きの実験や観察をしながら児童なりに捉えるさせることが必要である。「けずる」「ながす」「つもらせる」といった現象に触れる学習は、実際の川ほどダイナミックではないが、校庭に水を流し観察することによって確認できる。知識を深めるための学習も実際の河川の様子を写真や映像を活用することにより捉えることが容易になる。さらに、築山に溝を掘るなどして校内で児童の思い思いの方法で実験を行うことができる。単元によっては、実験時に化学薬品やビンなど児童が思い思いに取り扱うと危険な場合もあるが、本単元では安全に実験を行うことができる。このようなことから、単元「流れる水のはたらき」は、児童が主体的に実験を行えると考え、授業実践を行うことにした。

「流れる水のはたらき」は、平成元年の学習指導要領において小学校4年で取り扱うことになっていたが、平成11年の学習指導要領において「流れる水の働きと土地の変化」が加わり、5年で取り扱うことになった単元である。

学習指導要領の指導計画の作成と各学年にわたる内容の取り扱いの2.(2)に「生物、天気、川、土地などの指導においては、野外に出かけ地域の自然に親しむ活動を多く取り入れるとともに、自然環境を大切にすることや環境を作ろうとする態度を持つようにする」と自然に直接かかわりながら学習をすすめることができる単元である。しかし、実践校の近くを流れる安謝川は、護岸工事により川原や石がなく観察には不適である。さらに、沖縄県では川が短く河川の増水による被害が少ない。このような地域性により、実地での観察は難しいと考える。

このようなことから、実践校では築山に水を流して観察する学習を取り入れてきた。学習指導要領の指導計画の作成と各学年にわたる内容の取り扱いの2.(3)に「個々の児童が主体的に問題解決活動を進めるとともに、学習の成果を日常生活で見られる自然現象の理解に生かすようにすること。」とあり、実際の観察ができない分を児童の問題解決的な活動において補うとともに、より深く流水のはたらきと土地の関係について興味関心を持ち学習を深めるものとする。

4. 2 主体的な実験計画を支援する授業と学習環境

児童が実験計画を作成する学習は、「教師におしえてもらう」というこれまでの授業から、児童にとって「自ら疑問を持ち、自ら調べていく」という大きな意識改革である。しかし、ひとつの単元の授業だけで簡単に身に付くことは考えられず、年間を見通した実践を行う必要がある。

これまでの実験計画を作成する授業は、通常の時間に加えて補習時間の中に実験計画を組み込んでいて、単元の配当時間を大きく超えている。このような授業は、年間を通

して計画的に育成するという視点から考えると他の教科や領域に負担がかかり困難を伴うと考えられる。

そこで本研究では、コンピュータやインターネットを利用した新しい学習環境を開発し、通常時間の中で児童一人一人が実験計画を作成する活動ができるような授業の方法を提案する。

児童が実験計画を作成する過程で、情報の獲得と他者の支援によって共同的に問題を解決していく学習活動を可能にし、児童同士が共同の学びの場で知識や疑問を分かち合いながら、児童一人一人が実験計画を立てていけるような学習環境を提案する。

児童にとって実験の方法を自分で決めることが保障され、なおかつそれについて討論したり実際に実験を行なったりすることができるとき、児童は主体的に学習を行うと考える。そこで、共同の学びの討論の方法として「電子フォーラム(Forum)」を考える。

本研究は、実験計画を作成するために、図4. 2-1のような共同の学びの場としての「電子フォーラム」と情報を蓄積し獲得するための「学習ファイル」を考える。

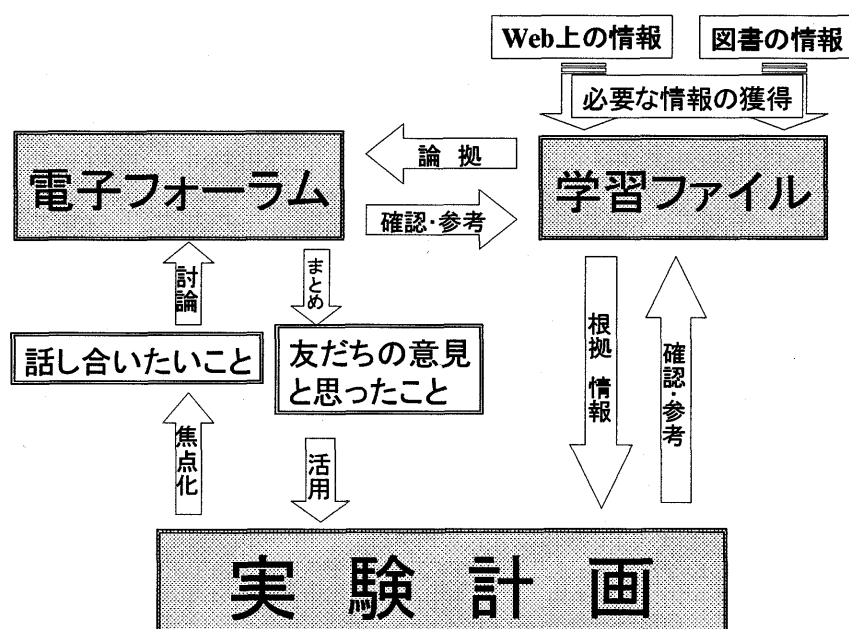


図4. 2-1 共同の学びの場と実験計画

図に示すように、児童は「実験計画」を作成する中で自ら考えた「実験のめあて」や「実験の方法」等について妥当であるかを他者と討論し、実験計画を見直すために電子フォーラムを活用する。電子フォーラムに入る前に、話し合う目的について焦点化を図るために、「話し合いしたいこと」を記述させるようにする。児童は、この記述により自分が討論すべき電子フォーラムを選択したり新たな電子フォーラムを作成しやすくなると考える。さらに、児童は、電子フォーラムで話し合ったことをまとめ「友だちの意見とそれについて思ったこと」に記入することにより実験計画に生かすようにする。

児童が電子フォーラムで主張や反論を行う場合、自分の思いだけでなく、論拠を持って論を進めることによって説得力のあるものになる。そこで、「学習ファイル」を用意する。そこでは、実験計画やフォーラムで必要な情報について、Web上の情報や図書情報から獲得し保存する。児童がフォーラムに参加し、自らの主張の論拠が必要な場合に確認したり参考にしたりする。

4. 3 授業の設計

児童が主体的に実験計画を作成する場合、実験計画の作成に多くの時間が必要になる。本研究では、補習授業をするとなく、年間指導計画で位置づけられた時数で単元の学習

を終了することを目指している。そこで、授業の流れを工夫する必要がある。ここでは、実験計画を中心に、授業を設計する。

単元の活動として学習の流れをまとめたのが図4. 3-1である。

「事物・現象に触れる学習」では、児童が実験計画を作成する前に、事物や事象に触れるとともに単元について理解を深め、児童なりの疑問を持つ段階である。児童が、単元で学習する事物や現象と出会い具体的なイメージをつくるために、ここでは、教師の示した方法で児童が実験を行う。

続いて、「知識を深める学習」を行う。児童が、実験計画するのに必要な知識を得るために、単元の学習内容について短い時間で学習を一通り行う。多くの時間をかけることができないので、視聴覚機器などを使い効果的に学習を行うことが大切である。

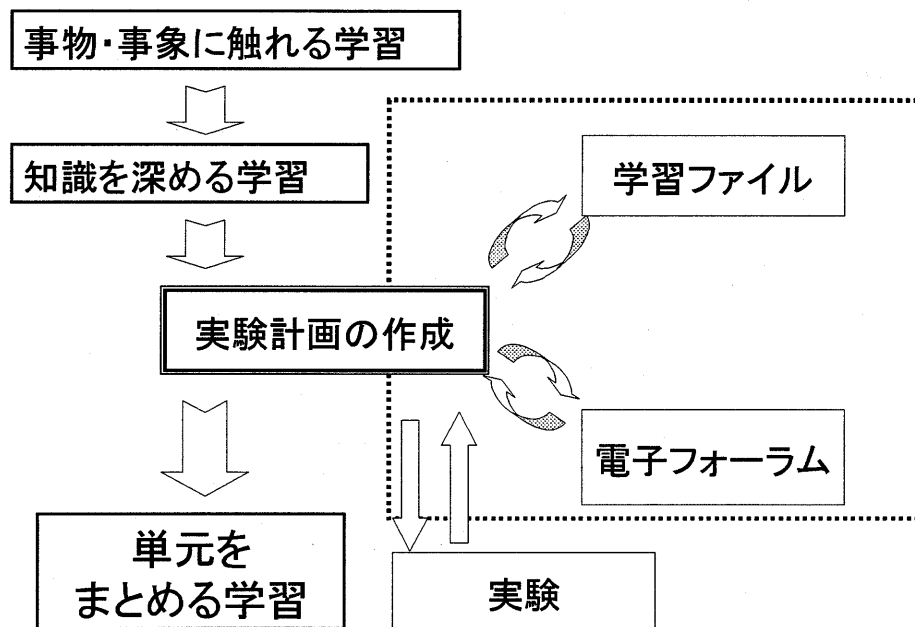


図4. 3-1 単元での学習

次に児童は、「実験計画の作成」を行う。児童は、電子フォーラムと学習ファイルを活用し、知識の獲得と他の学習者との対話を通して実験計画を作成する。児童は、自ら作成した実験計画で、実際に実験を行い、その結果をもとにフォーラムで話し合いを行う。

最後に、単元をまとめる学習を行う。今までの学習を振り返り、様々な目的や方法で実験を行った児童が発表し合う。

4. 4 指導計画

本単元は、図4. 4-1に示すように3次構成になっている。第1次では、事物・現象との対話および本単元で学習する学習内容について理解を進める。まず校庭を流れる水を観察することで「水の流れにふれる学習」を行う。次に、川の様子を観察するとともに、私たちのくらしとのかかわりを調べることで「知識を広げる活動」を行う。

第2次では、7時間をかけ「水の流れを確かめる活動」において問題解決学習を行う。ここでは、児童が実験計画を作成する。実験計画の作成では、児童が実験のめあてに関して必要な情報を獲得し「学習ファイル」に保存したり、他者と実験計画が完成後に実験を行う。さらに、児童は、結果をもとに実験を修正したり新たな実験の実験計画を作成する。このように、第2次での児童の活動はそれぞれ異なり、学習指導案で、時間毎にわけて示すことができない。

第3次は、児童がこれまでの学習でわかったことを発表し、学習をまとめるとともにこれまでの学習を振り返る。

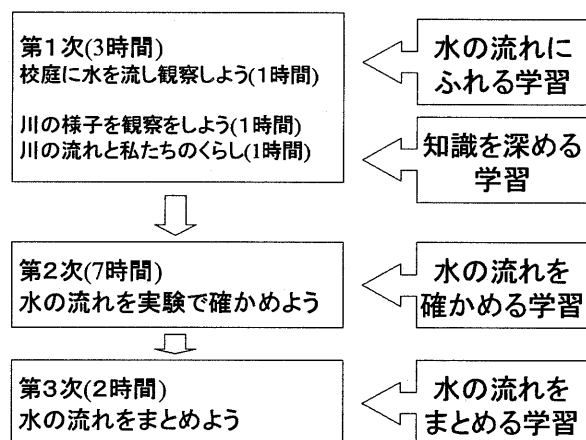


図4. 4 指導計画

5. システムの開発

5. 1 システムの全体構成

図5. 1-1に示すように、児童は、実験計画を作成するために、関係のある資料を「学習ファイル」としてまとめ実験計画に反映させていく。

実験計画と学習ファイルは、電子化されていて、絵や写真を貼り付けたり細かい動作ができるよう、C#.NET で作成し、ACSSESS データベースでコンピュータ室内のサーバーで監理する。また、学習ファイルの内容を実験計画に簡単にコピーすることができる機能を付加する。

さらに、児童同士の自由な公開討論の場として電子フォーラムを立ち上げ、同じような疑問を持った学習者が対話によって考えをまとめることができるようにする。

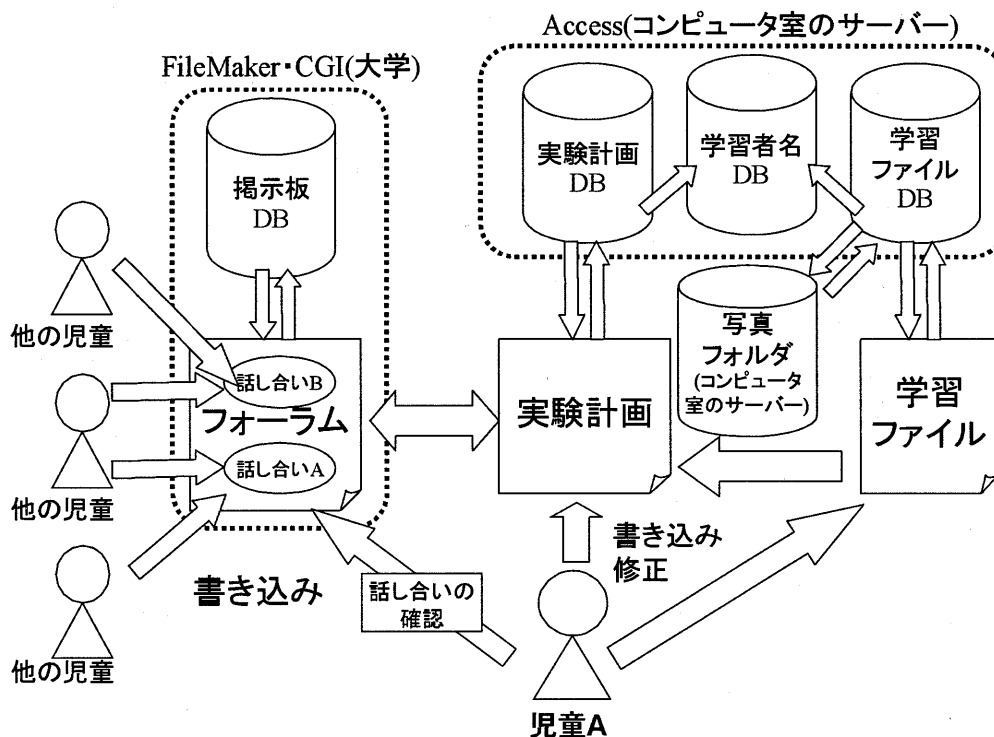


図5. 1-1 システムの活用

「実験計画」と「学習ファイル」のシステムを作成するために活用した C#.NET は、Microsoft 社が2002年に発売した新しい開発言語である。

実践校には Microsoft office が入っていて、データベースとして Access が入っている。Microsoft office は、多くの学校で導入されていてその中に含まれる Access を活用

することは、これから多くの学校で同じような実践が展開できる可能性がでてくる。しかし、Access は、データの取得や更新などは一度に 1 台のコンピュータしか行うことができない。これまでは、教室にある複数のコンピュータで同時にデータベースにアクセスすると、つながる 1 台を省いて残りはエラーになりうまく活用できなかった。ところが、新しい開発言語である C# では、データベースへの新しいアクセスの方法として ADO.NET が活用できるようになった。ADO.NET は、これまでの ADO に比べ、効率よくデータアクセスができるだけでなく、データにアクセスしている間だけデータベースに接続し、データの取得や更新が終了するとデータベースから切断する機能を備えている。これによって、複数のコンピュータが交互にデータベースに接続することができる。この機能のおかげで、多数のコンピュータでも Access に対して効率よくアクセスすることができる。

このようなことから、「実験計画」及び「学習ファイル」「フォーラムでの話し合い」については、効率よく Windows プログラムを開発できる C# を活用し、さらにデータベースとして Access を用いた。

5. 2 学習ファイルの機能

学習ファイルの画面は、図 5. 2-1 のようになっている。児童は、調べた情報の「タイトル」と「書かれていたこと」を書き込んだあと、児童が資料を見て感じたことを書き込むことができるようにする。児童が、疑問や感想を書き込むことによって、実験計画を作成したり電子フォーラムで討論したりする場合に参考にする。

1 つの学習ファイルに対し、写真は 2 枚まで貼り付けることができる。児童が調べた情報に多くの写真や絵がある場合でも、児童自身が作成する実験計画に合わせ資料を精選する必要がある。「図書名またはホームページアドレス」の入力は、学習ファイルの情報の出展を明らかにするためである。

タイトルが入力されると、「きめる」ボタンが有効になる。児童が「決める」ボタンを押すことで、学習ファイルがデータベースに蓄積する。複数の学習ファイルが存在するときは、「<< 前へ」ボタンと「次へ >>」ボタンが有効になる。それぞれのボタンでガードをめくるように閲覧することができる。新規に学習ファイルを作成する場合は「新しいファイル」ボタンを押すことで新規入力ができる。

学習ファイル

学習ファイル 3枚中 1枚目

5年2組 番 名前

タイトル

川の流れる方、水の流れる方

書かれていたこと

コンクリートの川の流れても、水はまっすぐ流れていないことがわかります。まっすぐ流れているような川でも、よく見ると、水の流れは曲がりくねっていることがわかります。

資料を見て思ったこと

本当に、まっすぐには、流れていないのかなー？

図書名またはホームページアドレス

はちの川探検

<< 前へ 次へ >> 新しいファイル きめる やめる

図 5. 2-1 学習ファイルの画面

5. 3 電子フォーラムの機能

フォーラムでは次のような学習活動を考えている。

1. 児童が自分の実験計画の妥当性を確かめるため、他者に対して自分の考えを表明し、他者との相互作用の中で自分の考えを確かめたり改めたりしながら、自分の考えを再度見直し実験計画をより確かなものにするために行う。
 - ①自分の考えが妥当であるかを確かめる。
 - ②相手を意識して論を組み立て、表現する。
 - ③他者の持っている知識を利用できるというだけでなく、複数の視点から自分の主張を考え、捉えることができる。
 - ④他者との相互作用を通して「自分自身」の考えを振り返り、見直す。
2. フォーラムの選択や参加は児童の自由意志によって決定される。児童はそこでの話し合いによって、他者の考えと同じところや違うところを認識することで、自分という存在の独自性（アイデンティティ）の自覚を行い、主体的に問題解決に取り組むことができる。
 - ①全体の合意形成のための話し合いではない。
 - ②自由にフォーラムに参加し、自由にフォーラムから抜けることができる。
 - ③フォーラムは論理展開の場であり、その発言は名前を名乗り責任を持つことが必要である。このような活動からアイデンティティの自覚が芽生える。

コンピュータやインターネットを利用し、図5. 3-1のようにコンピュータ上で電子フォーラム作成する。

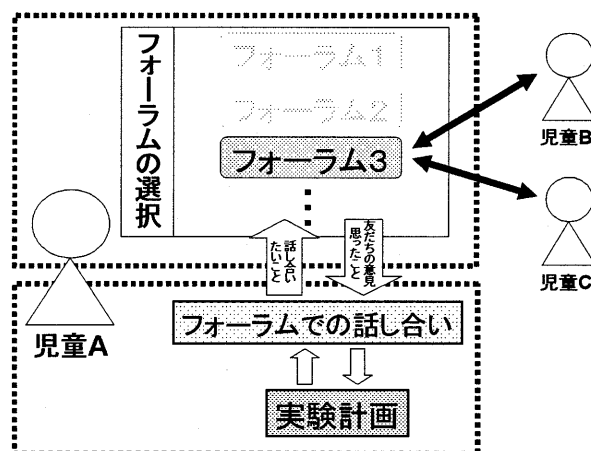


図5. 3-1 フォーラムと実験計画

電子フォーラムでは、児童が自由にフォーラムを作成したり関心のあるフォーラムに入ることができるようにする。

図2. 11では児童Aは、「フォーラム3」新たに作成し、児童Bと児童Cと一緒に議論していることを示している。

児童がフォーラムにはいる前に、図5. 3-2のようなフォーラムでの話し合いのダイアログを表示し「話し合いしたいこと」をまとめるようする。これは、電子フォーラムで、児童が実験計画のねらいが同じような他の児童と具体的な意見が出せるようにするためである。

児童が、フォーラムに入る前に、フォーラムで話し合うことを事前にまとめるダイアログを表示する。児童が、「フォーラムで話し合いしたいこと」の項目を入力しないとフォーラムに入れないようにする。

「友だちの意見とそれについて思ったこと」の項目は、児童がフォーラムでの話し合いからコピーして貼り付けられるようにし、その後で、児童が自分の意見を書けるようにする。この項目は、実験計画で表示される。

フォーラムに参加し他の学習者とコミュニケーションを通して、知識や問題の共有の

あと、友だちの意見や思ったことを話し合い画面にコピーすることにより、実験計画に生かすことができる。

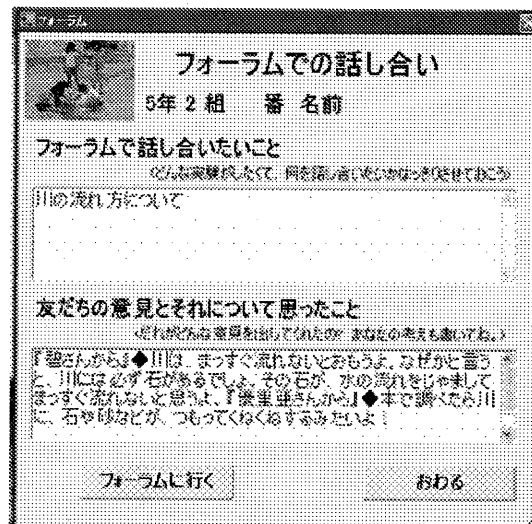


図5. 3-2 フォーラムに入る前の確認画面

フォーラムに入る前に、実験のねらいが同じような他の学習者と具体的な意見が出せるようにフォーラムの選択を行う。しかし、児童が議論したいフォーラムがない場合は児童がフォーラムを立ち上げ、そこで意見の交換ができるようにする。

実際のフォーラムの画面は、図5. 5-3のようになっている。

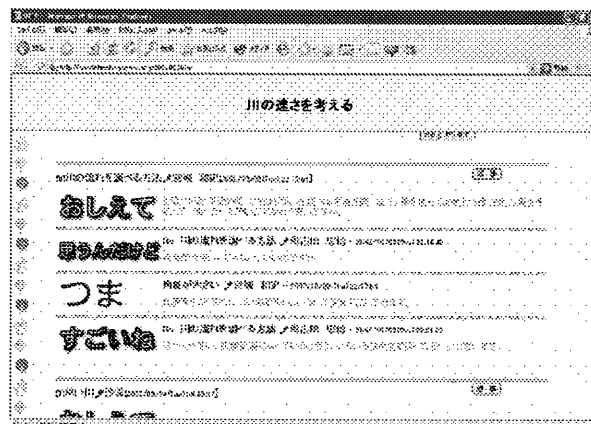


図5. 5-3 フォーラムの画面

5. 4 実験計画システムの構築

実験計画は、児童の内にある考えや思いを外化し、整理させるインターフェイスでなければならない。それまでに至った考えが見えることが必要になる。実験計画の項目は、図5. 4-1のように自分の考えはどの資料を参考にしたのか、自分の実験の意図がどこにあるのかといったことが明らかになるよう作成する。実験計画は、実験計画テーブルに一人の情報につき1つのレコードに記録する。

児童が、実験計画で「決める」ボタンや「実験する」ボタンを押した場合は、新たなレコードに保存する。これは、児童が実験計画を作成した過程を残すためである。

実験計画ダイアログは、実験計画と学習ファイルの両方を別々にアクセスできるように、実験計画テーブルと学習ファイルテーブルへのデータアクセスを2つ設定する。

実験計画の右には学習ファイルを表示する。学習ファイルは、色を変え、学習ファイルの領域であることを示す。

学習ファイルのデータを選択しコピーして、実験計画貼り付ける機能をつける。これは、C#のテキストボックスにもともとついていて機能である。この機能により、学習ファイル

をめくりながら、必要な情報を見つけコピーすることができる。

図5. 4-1 実験計画の画面

5. 5 実験計画システムの機能

実験計画の教育的機能について、学習ファイル表示機能、フォーラムの話し合い表示機能、印刷機能が上げられる。

学習ファイル表示機能は、図5. 5-1のように、実験計画の画面の右端に学習ファイルが常時表示され、「<<前へ」ボタンと「次へ>>」ボタンで学習ファイルを1枚ずつ表示できる機能である。この機能によって、児童は、「本や資料に書かれていたこと」や「それを見てた思ったことや疑問」について、学習ファイルの中から実験計画に合致するものをひとつ選びそれを選択しコピー貼り付けを行うことができる。



図5. 5-1 実験計画と学習ファイル、フォーラムの関係

フォーラムの話し合い表示機能については、「フォーラムで話し合いたいこと」のダイアログで、「友達の意見とそれについて思ったこと」の項目を自動的に表示することができる機能である。この機能で、1枚の実験計画の画面で学習ファイルやフォーラムでの話し合いの結果を見ることができ、実験計画を効果的に作成できると考える。実験計画と学習ファイル、フォーラムの関係を図5. 7-1に示す。

印刷機能は、児童が必要な項目についてすべて入力し、「実験する」ボタンを押したとき、プリンタから実験計画の用紙が出てくる機能である。実験計画の用紙は、画面に入力されている実験計画に加え、実験結果も書き込めるようになっている。児童は実験を行う際この用紙を持参し、実験結果を書き込むことができる。

6. 授業の様子

6. 1 第一次の学習

第一次の最初の時間は、図6. 1-1のように単元の学習の導入として「事物・事象に触れる学習」を行った。校庭に水を流し、その流れる水の様子を観察した。

ガジュマルの木の下の実験は、流れが速く、土を削ったり新しい流れができたり、地下に水がしみこみ離れたところから染み出たりと水のはたらきがダイナミックでよくわかる。また、運動場での実験は、小さな粒子や小石が水の力で流されるのがよく観察できる。粒子の細かい表面がけずられると比較的粒子の大きい赤茶色の部分が現れる。色の違いで削られ方がよく観察できる。



学習内容と児童の活動	教師の支援
<p>校庭を流れる水の観察</p> <p>運動場と校庭のガジュマルの木の下に水を流し、流れる水の様子を観察した。</p> <p>はじめは、両方の現象を観察し、おもしろい現象1つについて、ワークシートにスケッチや気づいたことを書き込んだ。</p> 	<p>児童に対しては、個別に言葉をかけ、流れる水を見ながら、様子を語らせることによって観察の視点を発見させた。</p>  <p>観察した視点がよくわかるように「調べたところ」「おもしろいと思ったこと」「スケッチ」と項目ごとに発表させた。</p>

図6. 1-1 第1次①(1時間)の学習活動

教師は児童に対してガジュマルの木の下と運動場の2つの実験をよく観察させ、その中から1箇所を児童が選びワークシートに記述させた。児童の観察記録は、表6. 1-1のように、ガジュマルの木の下が多かった。

表6. 1-1 児童の観察記録の場所

場所	ガジュマルの木	運動場
人数(全30人)	23人(77%)	7人(23%)

第一次の2時間目は、図6. 1-2のように「知識を深める学習」の1回目として川の上流・中流・下流について写真やビデオをもとに学習した。

学習内容と児童の活動	教師の支援
<p>川の上流・中流・下流の様子</p> <p>川の上流, 中流, 下流の様子を絵やビデオを使って観察し, 川の流れに興味を持つ。</p> <p>流水のはたらき「けずる」「はこぶ」「つもる」と関連づけてとらえる。</p>	<p>コンピュータを使い静止画や動画を提示し視聴覚による学習を行った。</p> <p>兵庫県を流れる加古川を中心に「上流」「中流」「下流」の流れを「水の速さ」「石の大きさや形」「川幅と川岸の様子」をポイントにして, 児童に考えさせるようにした。</p> <p>5年生3クラスの合同で授業を行った。それぞれの学級からいろいろな意見が出て, 活発に議論できた。</p>

図6. 1-2 第1次②(1時間) の学習活動

第一次の3時間目は, 図6. 1-3のように「知識を深める学習」の2回目として川の流れと私たちの暮らしについて写真やビデオをもとに学習した。

学習内容と児童の活動	教師の支援
<p>川の流れと私たちの暮らし</p> <p>平時の川の様子と, 台風時に増水した川の様子を見て比べ増水時には, 流れが速くなり, 大きな力で土地をけずることをとらえる。</p> <p>台風での被害を報道番組のビデオで見て, 災害を起こすことがあることを知る。</p>	<p>コンピュータを使い静止画や動画を提示し増水時と平常の水位の違いを何度も繰り返し見せた。</p> <p>水位が上昇した場合の水の色を指摘することにより, 「けずる力」「はこぶ力」が増大することを捉えるよう支援した。</p>

図6. 1-3 第1次③(1時間) の学習活動

6. 2 第二次の学習

第二次は, 7時間をかけて図6. 2-1のように実験計画を作成した。児童は, 実験計画作成のために学習ファイルで情報を収集したり, フォーラムで討論を行ったりした。


学習内容と児童の活動	教師の支援
<p>実験計画の作成</p> <p>水の流れを確かめる実験を「実験計画」に書いた。</p> <p>必要な情報は, 「インターネット」や「図書情報」から獲得し「実験計画」に生かした。</p> <p>ネットワークでの対話によって, 自分の考えを出したり, 他者との話し合ったりしながら, 自分の立場を確認したり「実験計画」を修正する。</p> <p>実験や観察を行い考えを確かめたり修正したりする。</p> <p>実験計画を作成した児童は, 実験によって確かめた。児童は, 自ら実験器具を作成し, 実験に臨んだ。</p>	<p>実験計画を立てられない児童に対しては, 対話を通して支援した。</p>  <p>コンピュータにうまく入力できない児童に対して, 個別に支援した。</p> <p>辞書などの図書資料を用意すると同時に, Web上の資料検索の方法を指導するなど, 情報の在処を知らない児童に対し, 情報提示を支援した。</p>

図6. 2-1 第2次(7時間) の学習活動

① 実験計画

児童が作成した実験計画は7項目あるが、ここでは全児童の「実験のめあて」を分類すめと表6. 2-1のように8項目に分類できた。

表6. 2-1 実験のめあての分類

分類	項 目	人数
I	石の形	6人
II	川の流れの速さ	4人
III	カーブの内側と外側の流れ	5人
IV	川の流れ方(まっすぐ流れるか曲がるか)	3人
V	滝と滝つぼの様子	4人
VI	川の増水とはんらん	4人
VII	川の水による土地の変化	2人
VIII	(増水した)水のひき方	2人

実験のめあては、流れる水の「けずる」「ながす」「つもらせる」働きに関連しているものばかりである。すべての児童が、実験のめあてを持つことができた。

② 資料教材コーナーと学習ファイル

コンピュータ教室の後方に、資料教材コーナーを設置した。そこには、河原の石の実物や調べ学習で使いそうな図書資料を常設した。本校の図書館にある図書だけでは十分でなかったので、隣の小学校からも図書を借用し、児童がいつでも調べられるようにした。児童は、ここから必要な図書資料を選び必要な情報を「学習ファイル」に蓄積した。

児童は、常設した図書資料やインターネット上の情報から、「実験のめあて」に合致したものを「学習ファイル」に保存した。

児童が活用した図書資料は表6. 2-2のとおりである。

表6. 2-2 児童が学習ファイルに活用した図書資料

書 名	活用人数	活用回数
チャレンジ小学校国語辞典第3版	4	5
おきなわの川		
<こどものとも>傑作集 かわ		
水をきれいにするためにできること		
水とくらしをまもる		
まちの川探検	3	3
ホームページ完全活用ガイド		
川はどこからながれてくるの		
多摩川をさかのぼる		
しぜん図鑑 ちきゅうかんきょう		
自然と生きるためにできること		
地球は生きている3 川		
川といっしょに歩こう	2	2
新・沖縄の理科5年(副読本)	16	20
小学校理科4年上(教科書)	6	6

③ フォーラム

フォーラムは、1番から50番までは練習用で、実践には、51番から99番まで使用できるよう作成した。51番から53番のフォーラムは、実験のめあてが作れない児童や不十分な児童に対しても対応できるように、教師が最初から作ったフォーラムである。そこでは、フォーラム名の後に(特)のマークをつけ、児童が作成した他のフォーラムと区別し、教師もフォーラムに参加した。また、放課後や昼休みについてもコンピュータ室を開放し、自由にフォーラムが行える雰囲気を作った。さらに、他のクラスの3人の児童がフォーラムに興味を示し参加を希望したので、放課後や昼休みに限って参加

させた。

フォーラム別の参加人数は、表6. 2-3のとおりである。

実践では、最初から作成した3つの(特)フォーラムのほかに、8つのフォーラムを児童が作成した。「滝つぼにかんする話」は、ひとりの児童があやまって3つ作成した(フォーラム54, 56, 57番)。その児童は、56番のフォーラムで他の一人の児童とコミュニケーションを行った。57番のフォーラムには、別の3人の児童が入り、討論を行っている。

表6. 2-3 フォーラム別の参加人数

番号	フォーラム名	参加人数
5 1	川の速さを考える(特)	10人
5 2	川のはんらんと被害(特)	11人
5 3	川の石はなぜ丸いの?(特)	11人
5 4	滝つぼに関する話!	0人
5 5	川の強さと流れ	8人
5 6	滝つぼに関する話!	2人
5 7	滝つぼに関する話!	3人
5 8	☆石の削られ方☆	4人
5 9	★川の流れ方(水の流れ方)	7人
6 0	高さによって滝の働きはちがうか	4人
6 1	♪川の水のひき方♪	5人
6 2	石のころがり方	3人

児童は、自ら立てた実験のめあてにこだわらず、自分の関心を持ったフォーラムに入り込み発言している。

6. 3 第三次の学習

第3次は、図6. 3-1のようにこれまでの学習や実験をもとに児童が発表し学習をまとめた。

学習内容と児童の活動	教師の支援
まとめ 学習してわかったことを発表した。	実験計画を作成し、実験を行ってわかったことを代表が発表した。
学習の振り返り 自分の学習をふりかえりこの単位を通して、わかったこと、考えたことなどについて書き込む。	

図6. 3-1 第3次(2時間)の学習活動

7 電子フォーラムでの教育的機能

本研究では、電子フォーラムを「児童が他者との相互作用によって自分の考えを再度見直し、実験計画を確かなものにしていくため、同じような課題を持った児童同士の自由な公開討論を行う場」と定義し、実践を行った。ここでは、電子フォーラムの教育的機能の有効性について検討する。

7. 1 焦点化機能の有効性

本実践での電子フォーラムは、児童が主体的に実験計画を作成するため「自ら疑問を持ち、自ら調べていく」ための方法として導入した。その結果、30名中18名の児童が、2つ以上の電子フォーラムを選択しそこで書き込みを行っている。児童が、自分の学習のめあて以外のところで書き込むことによって、学習の幅を広げていることがわかる。

また、児童が「フォーラムで話し合いたいこと」をまとめてから電子フォーラムに入るように、システムを構築した。これは、児童が自ら持った問題意識をもとに討論の内容を焦点化することで、電子フォーラムの選択を容易にするためである。

クラス児童30人中28人がフォーラムでの話し合いたいことを書き込んでいる。さらに、クラス児童30人中18人がフォーラムで話し合いたいことをもとに必要な電子フォーラムを選択し、問題提起を行っている。その中で、6人の児童が新しく電子フォーラムを立ち上げ、最初に問題提起している。

このように、フォーラムで話し合いたいことを導入することによって、児童の自由なフォーラム選択を保障しながら、児童による電子フォーラムの選択を容易にし、実験のめあてを達成するための問題提起を行うために有効に機能したといえる。このような学習機能を「焦点化機能」と呼ぶことにする。

7. 2 説得機能の有効性

図7. 2-1は、フォーラム51での討論の一部である。この討議は、相手を説得するための「論拠」を持たないため、お互いの主張を繰り返すだけである。

9 番	問題提起	1メートルの滝と2メートルの滝の水の速さはどちらが早い(速い)と思う。
15 番	主張	2メートルだとおむおう(思う)。
9 番	反論	1メートルだと思うチョー
15 番	主張(再)	2メートルだと思うよ。

図7. 2-1 フォーラム51での討論の一部

児童が論を展開する場合、相手にわかってもらうために「論拠」を示すことが重要である。このために、本実践では、学習ファイルを活用する。

26 番	問題意識	「川の水って、本当にまっすぐに流れるんですか？」
14 番	主張	「川は、まっすぐ流れないとおもうよ。なぜかと言うと、川には必ず石があるでしょ。その石が、水の流れをじゃまして、まっすぐ流れないと思うよ。」
22 番	同調・理由	「本で調べたら、川に、石や砂などが、つもってくねくねするみたいよ！」

図7. 2-2 フォーラム59での討論の一部

図7. 2-2は、フォーラム59での討論の一部である。22番児童は、学習ファイルによる裏付けがあり、自信を持って同調の理由を述べている。このように、児童が、学習ファイルや実験結果を「論拠」として使うことによって、相手にわかってもらうために有効に機能したといえる。このような学習機能を「説得機能」と呼ぶことにする。

7. 3 振り返り機能の有効性

フォーラム59で、26番の児童は、「川底にある石が水の流れをじゃましてまっすぐに流れない」という主張を貫いてきた。それは、26番児童自身の学習ファイルの裏付けや、図7. 2-2による14番児童の主張、22番児童の同調などによるものである。しかし、図7. 2-3の17番児童の疑義や14番児童の反論は、これまでの26番児童の主張では説明できないものである。26番児童は、もう一度学習資料やWeb上の情報から調べたり実験を行う中で、今までの主張を捉えなおし「川底に石や砂がなくてもまっすぐに流れない」という新たな知識を手に入れることができた。

17 番	疑義	「14番さんへ、じゃあ石がなかったら川はまっすぐながれるの??？」
26 番	主張	「そうじゃない? 石が1つもなければ、まっすぐ流れるんじゃない?(たぶん)」
14 番	反論	「17番さんへ、石が、あってもなくても川はまっすぐには、流れないと思うよ。」

図7. 3-1 フォーラム59での討論の一部

このように、児童が、電子フォーラムを通して他者の持っている知識と比較したり、他者からの指摘により複数の視点から自分の考えを見直したりして、今までの主張を振り返り見直すような学習機能を「振り返り機能」と呼ぶことにする。

8 電子フォーラムを取り入れた授業方法とまとめ

本研究は、小学校理科の実験で、児童が見通しをもった問題解決を行うため、児童が実験計画を作成する活動を行った。

児童が実験計画を作成する過程の中で、本研究で特に重要と考えるのは電子フォーラムである。児童が主体的に問題解決を行うためには、児童の独力で調べたり実験したりするだけではなく、他者との対話によって、自分の考えをまとめたり、見直したりすることが重要である。電子フォーラムでは、児童一人一人が自らの問題意識に即しフォーラムを選択したり新たにフォーラムを作成したりできるようにした。児童は、共通の問題意識を持った児童に対し主体的に問題を投げかけたり、主張や同調、反論を行ったりといった討論を行った。

電子フォーラムを導入することで、普段の授業では実験や観察を進んで行おうとしない16番児童や授業中落ち着きがない11番児童もフォーラムで問題提起を行った。さらに、図7. 3-1のように、17番児童の疑義と14番児童の反論によって触発された26番児童の調べ学習や実験は、他者からの強制ではなく、児童自身の考えに基づき行ったものである。児童のこのような学習活動は、これまでの学習では見られなかったことである。

さらに、児童の多くは、昼休みや放課後などもコンピュータ室にきて、電子フォーラムを立ち上げ討論するなど、積極的に電子フォーラムを活用した。児童の意見に、「みんなの意見を聞いて楽しかった」や「みんなから意見が来るから便利」などがあり、電子フォーラムを活用し、主体的に他者と関わった。

このように、児童は、実験計画の作成に電子フォーラムを活用することによって、自分自身の考えを持ちながら、主体的に他者と関わり、自らの考えをより深めていくことができた。

このようなことから、理科の時間において、児童が実験計画を作成し、児童同士の電子フォーラムでの討論を通して児童自らが問題を解決する学習を行える見通しが立った。

しかし、この授業は、第2次の実験計画を作成することに多くの時間をかけたため、第1次の知識を深める学習を行う時間が少なくなった。このような単元構成とこれまでの単元構成を比較し、児童の知識が深まったかどうかについて検証することができなかった。

また、このような学習活動は、教師にとっても児童にとっても初めてで不完全な面もあった。

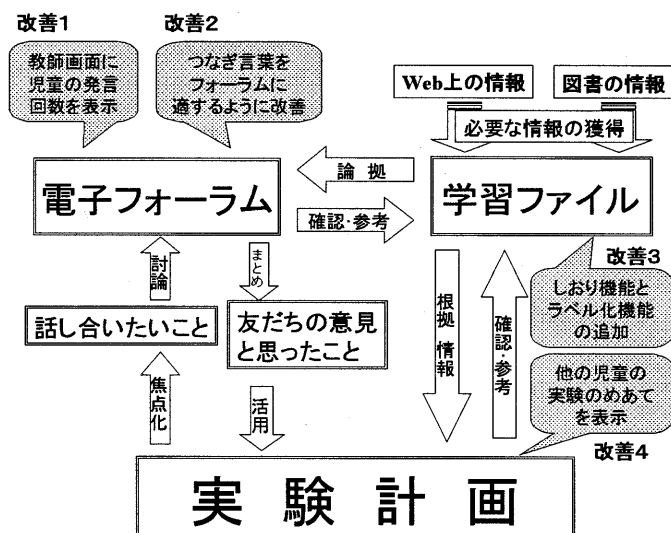


図8-1 学習環境の改善点

本実践で活用した学習環境の改善点を図8-1のように提案する。

第一の改善点は、フォーラムの教師用画面に、児童の発言回数等を表示することである。一人の教師が、授業の途中ですべてのフォーラムに参加し、内容を確認することは難しい。そこで、教師用の画面で、フォーラム毎の参加人数、参加者、発言回数および全児童の発言フォーラムや回数を表示できるように、システムを改善する必要がある。この改善によって、教師はフォーラムでの児童の発言の様子を把握し、授業中に児童に対

し適切な支援を行うことができる。

第2の改善点は、つなぎ言葉をフォーラムに適するように改善することである。表4.9に示すようなつなぎ言葉を活用することによって、児童の発言を明確にし、討論を活発にすることができる。

第3の改善点は、学習ファイルにしおり機能とラベル化機能を追加することである。学習ファイルにしおり機能とラベル化機能をつけることによって、児童が学習ファイルに多くの情報を蓄積できるとともに、検索が容易になる。このことは、電子フォーラムで説得機能を向上するために役立つ。

第4の改善点は、実験計画に他の児童の実験のめあてを表示する機能を追加することである。独力で実験のめあてを作成できない児童が、他の児童の実験のめあてを見ることによって、実験のめあてを作成する支援を行うことができる。

表4.13は、修正した「流れる水のはたらきの学習指導案」である。第2次の「水の流れを実験で確かめよう」において、本実践で作成した学習環境に図4.16で示した4つの改善を施すことで、教師が児童の学習活動を把握するとともに、児童の児童の活動がより活発になり、児童がより一層主体的に実験計画を作成し、児童の問題解決を行う能力を育成できる。

小学校理科において、問題解決を行う能力を育成するためには、実験計画を作成する学習を年間を通して複数の単元で行う必要がある。特に高学年においては、学期に1回ほどは実践し、積み重ねることが重要である。児童が実験(観察)計画を作成する単元を選定する場合、次の2点を考慮する必要がある。

- ① 児童がそれぞれの興味関心によって実験や観察ができる場が確保されていること。
- ② 児童の行う実験や観察が安全に行えること。

このようなことに合致する単元の中から、地域や学校の実情に合わせ実践することで、児童の問題解決を行う能力を育成できる。

参考文献

- ディレック・ホドソン, 小川正賢監訳, 2000 新しい理科教授学習論—子ども一人ひとりの見方・考え方を損なわずに科学を学ばせるには—, 東洋館出版社
- 蛸谷米司・木村仁泰編, 1981 理科重要用語 300 の基礎知識, 明治図書
- 藤井浩樹, 2002 柴一実編 初等理科教育学, pp45, 協同出版
- 柿原聖治, 1988 生徒の自由な発想から生まれる実験, 理科の教育, 1998. 5
- 村瀬康一郎, 2000 日本教育工学会編, 教育工学事典, 実教出版
- 森 敏明, 2002 仮説検証の思考力を育てるために, 初等理科教育, '02. 1
- 森本信也編著, 1996 子どものコミュニケーション活動から生まれる新しい理科授業, 東洋館出版社
- 文部省, 1999 小学校学習指導要領解説 理科編, 東洋館出版社
- 中根信一, 2000 中学校理科における協同学習のためのネットワーク学習環境の開発と実践, 平成12年度兵庫教育大学院修士論文
- 尾崎浩巳, 2002 変わる理科教育の基礎と展望, 東洋館出版社
- 佐伯胖他編, 1996 フレネの教室1 学びの共同体, 青木書店
- 佐藤公治, 1996 波多野誼余夫編, 認知心理学5 学習と発達, pp241, 東京大学出版会
- 佐藤公治, 1999 対話の中の学びと成長, 金子書房
- 正司和彦, 1998 マルチメディア・ネットワークリンク処理機構による参加型学習環境の開発と授業改善, 平成8年度～9年度科学研究費助成金(基礎研究(C)(2))研究成果報告書, ハイパーメディア授業の設計と教材開発, 研究代表者: 正司和彦
- 湯澤正通, 1998 認知心理学から理科学習への提言, pp13, 北大路書房